

504, 825

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. August 2003 (21.08.2003)

PCT

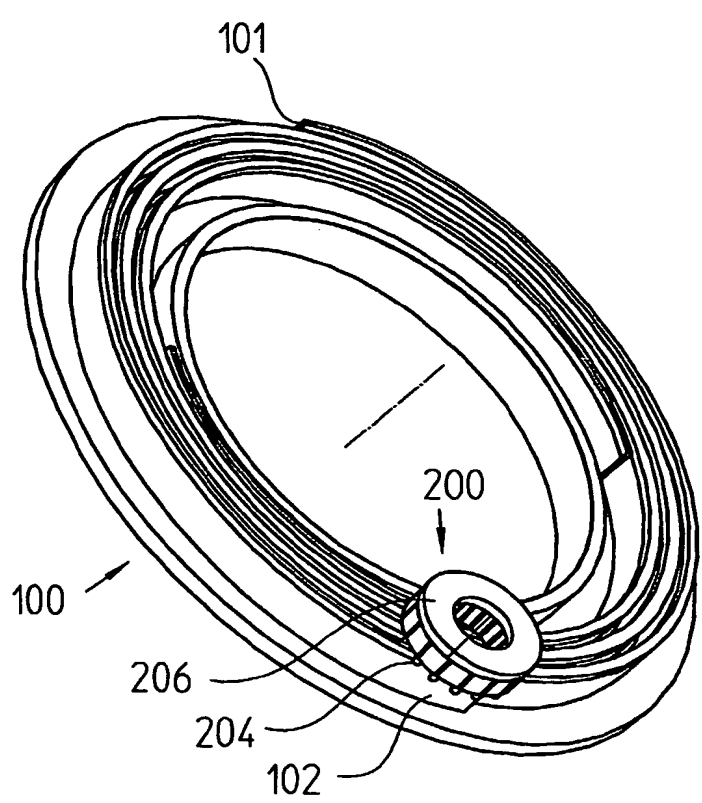
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/069281 A2**

- |   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| (51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : | G01D  | (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): | DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH [DE/DE]; Postfach 12 60, 83292 Traunreut (DE).  |
| (21) Internationales Aktenzeichen:                      | PCT/EP03/00574                                | (72) Erfinder; und   |  |
| (22) Internationales Anmeldedatum:                      | 22. Januar 2003 (22.01.2003)                  | (75) Erfinder/Anmelder (nur für US):                             | BRANDL, Alois [DE/DE]; Betzstr. 11, 83313 Siegsdorf (DE). MITTER-REITER, Johann [DE/DE]; Fehling 10, 83339 Chieming (DE). SCHWABE, Michael [DE/DE]; Am Schlossanger 6, 83093 Bad Endorf-Hemhof (DE). |
| (25) Einreichungssprache:                               | Deutsch                                       |  |  |
| (26) Veröffentlichungssprache:                          | Deutsch                                       |  |  |
| (30) Angaben zur Priorität:                             | 102 06 543.8 16. Februar 2002 (16.02.2002) DE | (81) Bestimmungsstaaten (national):                              | CN, JP, US.  |

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: GEAR MECHANISM AND A ROTARY ENCODER EQUIPPED WITH THIS GEAR MECHANISM

(54) Bezeichnung: GETRIEBE SOWIE MIT DIESEM GETRIEBE AUSGESTATTETER DREHGEBER



(57) Abstract: The invention relates to a gear mechanism comprised of a rotating input element (100) and of a rotating output element (200), whereby at least one force transmission means (101, 102) is situated along a spiral line on a face of the input element (100). Force transmission means (201, 202) are situated along an encircling line on a face of the output element (200). The interaction of these force transmission means (101, 102; 201, 202) transmits a turning moment from the input element (100) to the output element (200), whereby this turning moment effects a rotating motion in the output element (200) so that the rotational speed is lower than the rotational speed of the input element (100). The invention also relates to a rotary encoder that is equipped with a gear mechanism of the aforementioned type.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Getriebe, bestehend aus einem drehbaren Antriebsselement (100) und einem drehbaren Abtriebsselement (200), wobei an einer Stirnseite des Antriebsselements (100) zumindest ein Kraftübertragungsmittel (101, 102) entlang einer Spirallinie angeordnet ist. An einer Stirnseite des Abtriebsselements (200) sind Kraftübertragungsmittel (201, 202) entlang einer umlaufenden Linie angeordnet. Durch die Wechselwirkung dieser Kraftübertragungsmittel (101, 102; 201, 202) wird ein Drehmoment vom Antriebsselement (100) zum Abtriebsselement (200)

übertragen, wobei dieses Drehmoment eine Drehbewegung im Abtriebsselement

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/069281 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Getriebe sowie mit diesem Getriebe ausgestatteter Drehgeber

=====

Die Erfindung betrifft ein Getriebe gemäß dem Anspruch 1 sowie einen mit diesem Getriebe ausgestatteten Drehgeber gemäß Anspruch 15.

- Neben Winkelmessgeräten, die eine Winkelmessung an einer drehbaren
- 5 Welle in inkrementalen Messschritten ermöglichen, sind auch sogenannte absolute Winkelmessgeräte, auch als Code-Drehgeber bezeichnet, bekannt. Diese gestatten eine Absolutwinkel-Bestimmung innerhalb einer einzigen Wellenumdrehung. Ist zudem die Erfassung der Anzahl erfolgter Wellenumdrehungen nötig, so werden üblicherweise sogenannte Multiturn-Drehgeber
- 10 eingesetzt. In derartigen Multiturn-Drehgebern erfolgt die Bestimmung der absoluten Winkelposition innerhalb einer Wellenumdrehung, d.h. zwischen 0° und 360°, über eine mit der Welle verbundene Codescheibe, die mit Hilfe einer geeigneten fotoelektrischen Abtasteinheit abgetastet wird. Zur Gewinnung der erforderlichen Informationen über die Anzahl der erfolgten Wellen-
- 15 umdrehungen ist üblicherweise ein Untersetzungsgetriebe vorgesehen, über das eine oder mehrere weitere Teilscheiben bzw. Codescheiben bei sich drehender Welle in eine Drehbewegung mit geringerer Umdrehungszahl versetzt werden. Häufig sind diese Codescheiben als magnetisierte Schei-

ben ausgebildet, die jeweils zumindest einen Nordpol- und Südpol-Sektor aufweisen. Die Drehlage dieser zusätzlichen Codescheiben wird üblicherweise mit geeigneten Abtasteinheiten, insbesondere Hall-Sensoren, in bekannter Art und Weise erfasst. Aufgrund der vorgegebenen Untersetzung  
5 der Drehbewegung der zusätzlichen Codescheiben lässt sich so die Zahl der erfolgten Umdrehungen der Welle ermitteln. Eine Messung der Absolutposition der angetriebenen Welle ist somit auch über mehrere Umdrehungen hin möglich.

10 Bei derartigen Untersetzungsgetrieben ist es vorteilhaft, wenn die erste Untersetzungsstufe ein möglichst hohes Untersetzungsverhältnis aufweist, so dass die Zahnräder der nachfolgenden Getriebestufen bereits mit erheblich geringerer Drehzahl umlaufen. Auf diese Weise wird die Belastung der nachfolgenden Getriebestufen signifikant reduziert.

15 Ein entsprechend aufgebauter Multiturn-Drehgeber ist beispielsweise aus der DE 198 20 014 A1 der Anmelderin bekannt. In dieser Druckschrift wird eine integrierte Bauweise von elektronischen Komponenten von Drehgebern beschrieben.

20 In der DE 197 45 177 A1 ist eine Getriebearrangement gezeigt, bei der an den Umfangsflächen eines Antriebs- und eines Abtriebsrads permanentmagnetische beziehungsweise ferromagnetische wendelförmige Stege angeordnet sind. Diese Bauweise ist insofern ungünstig, weil ein vergleichsweise großer  
25 Bauraum, insbesondere bezüglich der Außenmaße in Radialrichtung, benötigt wird.

Es besteht anhaltend der Bedarf nach Drehgebern mit kleineren Baumaßen. Nachdem die elektronischen Bauteile von Drehgebern immer weiter integriert und damit auch miniaturisiert werden, wird häufig der Bauraum für die  
30 mechanischen Bauteile dieser Geräte der limitierende Faktor für diese Miniaturisierungsbestrebungen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Getriebe zu schaffen, das kleine Baumaße aufweist und einen geringen Fertigungs- und Kostenaufwand verursacht.

- 5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

Weiterhin soll das Getriebe gemäß Anspruch 15 in einem Drehgeber eingesetzt werden.

10

- Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass nun durch das Getriebe ein sehr großes Untersetzungsverhältnis erreicht werden kann, und gleichzeitig der Außendurchmesser des kompletten Drehgebers klein gehalten wird. Darüber hinaus ist auch der in Axialrichtung erforderliche Bauraum vergleichsweise gering. Hinzu kommt, dass das erfindungsgemäße Getriebe eine vergleichsweise geringe Massenträgheit aufweist, was gerade bei hoch dynamischen Änderungen von Drehbewegungen von Vorteil ist.

- 20 Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung entnimmt man den abhängigen Ansprüchen.

- Im folgenden Text ist als Stirnseite des Antriebs- bzw. Abtriebselements eine Fläche zu verstehen, die im Wesentlichen Senkrecht zu seiner Drehachse liegt. Bei einem kreiszylinderförmigen Antriebs- bzw. Abtriebselement ist demnach unter Stirnseite nicht die Mantelfläche, sondern eine der Kreis- bzw. Ringflächen zu verstehen.

- 30 Mit Vorteil sind die Kraftübertragungsmittel des Getriebes als Permanentmagnete ausgestaltet. Dabei sind die Permanentmagneten am Antriebsrad entlang einer Spirallinie angeordnet und die Permanentmagneten am Abtriebselement beispielsweise entlang einer Kreislinie. Eine verbesserte Wirkung des Getriebes wird erzielt, wenn die Spirallinie am Antriebselement als Teil einer archimedischen Spirale ausgebildet ist. Zur Erhöhung der Magnet-

kräfte sind die Körper des Antriebsrads und des Abtriebsrads, auf denen die Permanentmagnete angebracht sind, bevorzugt aus einem Werkstoff hergestellt, der eine hohe relative Permeabilitätszahl aufweist, die zumindest den Wert 10 übersteigt, und insbesondere größer als 100 ist.

5

Weitere Einzelheiten und Vorteile des erfindungsgemäßen Getriebes sowie eines damit ausgestatteten Drehgebers ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beiliegenden Figuren.

10 Es zeigen die

	Figur 1a	eine Draufsicht auf das Antriebsrad mit Permanentmagneten,
	Figur 1b	eine Seitenansicht mit Teilschnitt des Antriebsrads mit Permanentmagneten,
15	Figur 1c	eine perspektivische Ansicht des Antriebsrads,
	Figur 2a	eine Draufsicht auf das Abtriebsrad mit Permanentmagneten und Mitnehmerstiften,
	Figur 2b	eine Seitenansicht mit Teilschnitt des Abtriebsrads mit Permanentmagneten und Mitnehmerstiften,
20	Figur 2c	eine perspektivische Ansicht des Abtriebsrads mit Permanentmagneten und Mitnehmerstiften,
	Figur 2d	eine Draufsicht auf das Abtriebsrad mit innerhalb der Permanentmagneten angeordneten Mitnehmerstiften,
25	Figur 2e	eine Seitenansicht mit Teilschnitt des Abtriebsrads mit innerhalb der Permanentmagneten angeordneten Mitnehmerstiften,
	Figur 3a	Seitenansicht des Antriebsrads und des Abtriebsrads in Betriebsstellung,
30	Figur 3b	eine perspektivische Ansicht des Getriebes mit Permanentmagneten und geneigter Abtriebsachse und Mitnehmerstiften,

	Figur 3c	eine Seitenansicht mit Teilschnitt des Antriebsrads mit Permanentmagneten unterschiedlicher Steghöhe und mit einem Teil des Abtriebsrads,
	Figur 3d	eine Teilansicht des Getriebes mit in Umfangsrichtung magnetisierten Permanentmagneten,
5	Figur 3e	eine Teilansicht des Getriebes mit in Umfangsrichtung magnetisierten Permanentmagneten in Kombination mit in Radialrichtung magnetisierten Permanentmagneten,
10	Figur 4	eine perspektivische Explosions-Ansicht des Abtriebsrads mit Permanentmagneten und Abschirmblech,
	Figur 5a	eine Draufsicht auf das Antriebsrad mit Hohlkehlen,
15	Figur 5b	eine Seitenansicht mit Teilschnitt auf das Antriebsrad mit Hohlkehlen,
	Figur 6a	eine Draufsicht auf das Abtriebsrad mit Kugeln in einem Kugelkäfig,
	Figur 6b	eine Seitenansicht mit Teilschnitt auf das Abtriebsrad mit Kugeln in mit einem Kugelkäfig,
20	Figur 6c	eine perspektivische Explosions-Ansicht des Abtriebsrads mit einem Kugelkäfig und Kugeln,
	Figur 7	eine räumliche Explosions-Darstellung eines erfindungsgemäßen Drehgebers mit Teilschnitten.
25		

In den Figuren sind gleichwirkende Bauteile unterschiedlicher Ausführungsbeispiele mit identischen Bezugszeichen versehen.

- 30 In der Figur 1a ist eine Draufsicht auf das Antriebsrad 100 des erfindungsgemäßen Getriebes dargestellt, wie es als erste Getriebestufe in einem Drehgeber 400 (Figur 7) eingebaut ist. Das Antriebsrad 100 weist eine große zentrische Bohrung zur Aufnahme einer in der Figur 7 dargestellten Hohlwelle 401 auf, deren Drehstellung im Betrieb des Drehgebers 400 gemessen

wird. An einer Stirnseite des Antriebsrads 100 befinden sich, entlang jeweils einer Spirallinie ausgerichtet, zwei um  $180^\circ$  versetzt angeordnete längliche Permanentmagnete 101, 102 (Figur 1b), auf denen jeweils ein spiralförmiges Blech 104 angeordnet ist, dessen Ränder entsprechend der Form der Permanentmagnete 101, 102 verlaufen. Das Blech 104 ist auf die Permanentmagneten 101, 102 aufgeklebt. Das Blech 104 ist aus einer ferromagnetischen Legierung, wodurch das magnetische Feld der Permanentmagnete 101, 102 verstärkt wird. Der Körper 106 des Antriebsrads 100 besteht aus einer ferromagnetischen FeNi-Legierung, die eine relative Permeabilitätszahl  $\mu_r$  von mindestens 10, mit Vorteil 1000 aufweist. Im gezeigten Beispiel liegt  $\mu_r$  bei ca. 3000.

In diesem Ausführungsbeispiel ist die Spirallinie als ein Teil einer archimedischen Spirale, gemäß der Gleichung  $r = a \cdot \varphi$  ausgestaltet, wobei  $r$  der Radius der Spirale und  $a$  eine konstante positive Zahl ist. Als  $\varphi$  ist der Schwenkwinkel (im Bogenmaß) eines Radialstrahls um den Pol der Spirallinie zu verstehen. Nachdem im gezeigten Beispiel die Spirale bezüglich des Antriebsrads 100 zentrisch angeordnet ist, liegt hier der Pol auf der Drehachse 103. Bei dieser Art von Spiralen haben je zwei aufeinanderfolgende Schnittpunkte eines beliebigen vom Pol der Spirale ausgehenden Strahls den gleichen Abstand, nämlich  $2 \cdot \pi \cdot a$ .

Die Permanentmagnete 101, 102 und das Blech 104 weisen in Radialrichtung eine unterschiedliche Dicke auf, wobei die dünnsten Bereiche am Anfang und am Auslauf der Permanentmagnete 101, 102 bzw. des Blechs 104 gegeben sind.

Die Permanentmagneten 101, 102 sind gemäß der Figur 1b bezüglich des Antriebsrads 100 in Achsrichtung magnetisiert, das heißt, dass die Verbindungslinie zwischen Nord- und Südpol eines Permanentmagneten 101, 102 im Wesentlichen parallel zur Drehachse 103 des Antriebsrads 100 verläuft. Die beiden spiralförmigen Permanentmagnete 101, 102 sind so angeordnet, dass bei dem einen Permanentmagneten 101 der Südpol zum Körper 106



des Antriebsrads 100 gerichtet ist, und bei dem anderen Permanentmagneten 102 der Nordpol.

In der Figur 1c ist das Antriebsrad 100 mit den Permanentmagneten 101, 102 und dem Blech 104 in einer perspektivischen Abbildung gezeigt.

Das Abtriebsrad 200 weist gemäß den Figuren 2a, 2b und 2c ebenfalls Permanentmagnete 201, 202 auf. Diese sind entlang einer Kreislinie 205 an der Stirnseite des Abtriebsrads 200 angeordnet. Alternativ zu einer Kreislinie 205 können die Permanentmagnete 201, 202 auch beispielsweise entlang einer Ellipse angeordnet sein. Entscheidend für die Anordnung der Permanentmagnete 201, 202 ist es, dass sie entlang einer umlaufenden Linie platziert sind, das heißt, dass ein virtueller radial nach außen ausgerichteter Strahl ausgehend von der Drehachse 203 in jeder Winkelstellung zwischen 0° und 360° die umlaufende Linie schneidet. Die Randbereiche der Stirnflächen der Permanentmagnete 201, 202 sind bezüglich der Drehachse 203 radial nach außen um den Winkel  $\alpha$ , der in diesem Beispiel 5° beträgt, abgeschrägt (Figur 2b). Die Permanentmagnete 201, 202 sind auf dem Körper 206 des Abtriebsrads 200 aufgeklebt, der aus einer ferromagnetischen FeNi-Legierung besteht und wie beim Antriebsrad 100 die eine relative Permeabilitätszahl  $\mu_r$  von mindestens 10, mit Vorteil 1000 aufweist. Im gezeigten Beispiel liegt  $\mu_r$  auch hier bei ca. 3000. Durch diese vergleichsweise hohe relative Permeabilitätszahl wird das Magnetfeld signifikant verstärkt.

Die Permanentmagnete 201, 202 sind in Achsrichtung (bezüglich der Drehachse 203 des Abtriebsrads 200) magnetisiert und derart ausgerichtet, dass jeweils zwei benachbarte Permanentmagnete 201, 202 eine gegensinnige Magnetisierung aufweisen. Das heißt, dass beim Permanentmagnet 201 der Nordpol in Richtung des Körpers 206 des Abtriebsrads 200 weist, und beim benachbarten Permanentmagneten 202 der Südpol. Zwischen den Permanentmagneten 201, 202 sind sogenannte Mitnehmerstifte 204 aus Aluminium am Abtriebsrad 200 angebracht.

Alternativ dazu können die Mitnehmerstifte 204 nicht zwischen den Permanentmagneten 201, 202 angeordnet sein, sondern wie in den Figuren 2d und 2e dargestellt, um einen halben Polabstand drehversetzt innerhalb der Permanentmagnete 201, 202. Die Mitnehmerstifte 204 sind dann aus einem magnetisierbaren Material und selbst auch magnetisiert, mit einer Ausrichtung und Polung wie die Permanentmagnete 201, 202.

Alternativ zu den Mitnehmerstiften 204 als separate Bauteile können die Mitnehmerstifte 204 durch eine geeignete Formgebung der Permanentmagnete 201, 202 monolithisch in diese integriert sein.

In der Figur 3a ist das Antriebsrad 100 in der betriebsgemäßen Lage relativ zum Abtriebsrad 200 dargestellt. Im Betrieb ist die Drehachse 103 des Antriebsrads 100 wie auch die Drehachse 203 des Abtriebsrads 200 ortsfest. Dadurch, dass die Drehachse 203 des Abtriebsrads 200 gegenüber der Drehachse 103 des Antriebsrads 100 um den Winkel  $\alpha$  ( $= 5^\circ$ ) geneigt ist, ist der stirnseitige Abstand zwischen dem Antriebsrad 100 und dem Abtriebsrad 200 ortsabhängig unterschiedlich groß. Dies hat die Folge, dass die Magnetkräfte zwischen den Permanentmagneten 101, 102 des Antriebsrads 100 und den Permanentmagneten 201, 202 des Abtriebsrads 200 je nach Abstand bzw. Luftspalt ebenfalls unterschiedlich groß sind. Darüber hinaus sind die Mitnehmerstifte 204 im Bereich des großen Abstandes frei, das heißt, dass dessen Enden in diesem Bereich nicht in die Zwischenräume des spiralförmigen Bleches 104 ragen.

In der Figur 3b ist eine perspektivische Teilansicht des Getriebes mit dem Antriebsrad 100 und dem Abtriebsrad 200 in Betriebsstellung gezeigt.

Wird nun das Antriebsrad 100 in Gang gesetzt, so "fängt" der Nordpol des Permanentmagneten 101 den Südpol des Permanentmagneten 201 des Abtriebsrads 200 quasi ein, sobald sich ein ausreichend kleiner Luftspalt bzw. Abstand zwischen den Polen der Permanentmagneten 101, 201 des Antriebsrads 100 und des Abtriebsrads 200 einstellt. Es wird dadurch eine

Kraftübertragung vom Antriebsrad 100 zum Abtriebsrad 200 erreicht. Dadurch, dass die Körper 106, 206 des Antriebsrads 100 und des Abtriebsrads 200 aus einer NiFe-Legierung bestehen, welche eine relative Permeabilitätszahl  $\mu_r$  von ca. 3000 aufweist, wird das magnetische Feld und damit die  
5 übertragbare Kraft verstärkt, bzw. erhöht. Unterstützt wird diese Wirkung überdies durch das ferromagnetische, insbesondere hartmagnetische, Blech 104, welches zu einer Feldbündelung führt, und somit die Kraftausbeute weiter erhöht. Dadurch, dass die Drehbewegung um die Drehachse 103 des spiralförmigen Permanentmagneten 101 eine Richtungskomponente auf-  
10 weist, die bezüglich des Abtriebsrads 200 tangential ausgerichtet ist, wird in das Abtriebsrad 200 ausgehend vom Antriebsrad 100 ein Drehmoment eingeleitet. Die Kraftübertragung findet im Wesentlichen in dem Bereich statt, in dem ein geringer Luftspalt vorherrscht. Durch die Neigung um den Winkel  $\alpha$  ist gewährleistet, dass die Summe aller Magnetkräfte zwischen den Perma-  
15 nentmagneten 101, 201 des Antriebsrads 100 und des Abtriebsrads 200 eine Drehbewegung auslöst. Durch die in Radialrichtung ungleichmäßige Dicke des Permanentmagneten 101 und des Blechs 104 am Anfang und am Ende des Permanentmagneten 101 wird eine Verbesserung des Einfädelvorganges der Mitnehmerstifte 204 in den Zwischenraum zwischen die Spi-  
20 rallinien erreicht.

Das Untersetzungsverhältnis des Getriebes hängt einerseits von der Gangzahl der Spirallinie entlang welcher der Permanentmagnet 101 verläuft ab, und andererseits von der Anzahl der damit in Wirkverbindung bringbaren  
25 Permanentmagnete 201 des Abtriebsrads 200. In dem gezeigten Beispiel ist der Permanentmagnet 101 entlang einer eingängigen Spirallinie ausgerichtet, wobei dessen Nordpol zum Abtriebsrad 200 weist. Die Anzahl der dazugehörigen Südpole bzw. die Anzahl der entsprechenden Permanentmagnete 201 des Abtriebsrads 200 ist acht. Nachdem die Untersetzung der Quotient  
30 aus der Gangzahl der Spirallinie und der Anzahl der dazu in Wechselwirkung stehenden Permanentmagnete 201 des Abtriebsrads 200 ist, ergibt sich hier eine Untersetzung von 8 : 1. Das heißt, das Abtriebsrad 200 dreht sich im Betrieb achtmal langsamer als das Antriebsrad 100.

Zur Optimierung der Kraftausbeute und des Gleichlaufs des Getriebes ist die Form der Spirallinie des Permanentmagneten 101 mit der Anordnung der Permanentmagnete 201 aufeinander abgestimmt. Nachdem die Spirallinie, entlang welcher der Permanentmagnet 101 ausgerichtet ist, als archimedi-  
5 sche Spirale ausgestaltet ist, ist wie oben erläutert, der konstante Abstand zwischen den Spirallinien als  $2 \cdot \pi \cdot a$  gegeben. Im gezeigten Beispiel beträgt  $2 \cdot \pi \cdot a = 4,4 \text{ mm}$ , bzw.  $a \approx 0,7 \text{ mm}$ .

Die acht Permanentmagnete 201 des Abtriebsrads 200 sind entlang einer  
10 Kreislinie 205 angeordnet, so dass eine Kreisfläche, durch Verlängerung der Außenkontur 207 der Permanentmagnete 201 gebildet werden kann. Die Abstände zwischen den Permanentmagneten 201 sind auf die Größe  $2 \cdot \pi \cdot a = 4,4 \text{ mm}$  abgestimmt, und zwar so, dass in jeder Betriebsstellung ein Nordpol von einem Südpol "gefangen" wird. Geometrisch ausgedrückt be-  
15 deutet dies, dass ein gleichseitiges Achteck mit der Kantenlänge von  $2 \cdot \pi \cdot a = 4,4 \text{ mm}$  vollständig innerhalb der oben beschriebenen Außenkontur 207 der Kreisfläche gelegt werden kann. Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass es für die Wirkungsweise des Getriebes vorteilhaft ist, wenn folgendes geometrisches Kriterium erfüllt ist: Entsprechend der Anzahl  $n$  der  
20 gleichpoligen Permanentmagnete 201 des Abtriebsrads 200 wird ein  $n$ -Eck mit einer Kantenlänge von  $2 \cdot \pi \cdot a$  gebildet. Dieses  $n$ -Eck kann so auf die Kreisfläche gelegt werden (jedes Eck auf einen Permanentmagneten 201), dass dieses vollständig innerhalb der Außenkontur 207 der Kreisfläche zu liegen kommt.

25

Für die Betrachtung der gegenpoligen Wirkverbindung gelten zu den oben angeführten Aussagen analoge Beziehungen. Der zweite Permanentmagnet 102 des Antriebsrads 100 ist demnach auch entlang einer eingängigen Spi-  
rallinie angeordnet. Dessen Südpol steht in Wechselwirkung mit den acht  
30 Nordpolen der Permanentmagnete 202 des Abtriebsrads 200. Das Untersetzungsverhältnis zwischen dem Permanentmagneten 102, welcher entlang einer eingängigen Spirallinie ausgerichtet ist, und den acht entsprechenden Permanentmagneten 202 des Abtriebsrad 200 ist demnach ebenfalls 8 : 1.

Diese zusätzliche Wirkverbindung hat also keine Änderung des Untersetzungsverhältnisses gegenüber der oben beschriebenen Kraftübertragung zwischen den Permanentmagneten 101 und 201 zur Folge. Sie dient lediglich zur Erhöhung der Kraftausbeute bzw. zur Erhöhung des übertragbaren Drehmoments, weil auf diese Weise die Permanentmagnete 101 und 102 im Zusammenspiel mit den Permanentmagneten 201 und 202 quasi parallel zueinander arbeiten. Gerade für die Anwendung des Getriebes bei Drehgebern ist diese parallele Arbeitsweise von Nord- und Südpol-Kopplungen von Vorteil, weil dadurch die Gefahr eines asynchronen Betriebes, das heißt, eines Schlupfes zwischen Antriebsrad 100 und Abtriebsrad 200, im Sinne einer präzisen Messung vermieden werden sollte.

Durch das erfindungsgemäße Getriebe kann das erforderliche Drehmoment ohne jegliche Berührung übertragen werden. Jedoch werden im gezeigten Beispiel ergänzend, zur Absicherung gegen etwaige asynchrone, also schlupfbehaftete, Betriebszustände die nichtmagnetischen Mitnehmerstifte 204 aus Aluminium im Abtriebsrad 200 verwendet. Anstelle von Aluminium kann auch ein anderer nichtmagnetischer Werkstoff, zum Beispiel Messing oder Bronze aber auch ein Kunststoff, z. B. PTFE oder PA verwendet werden. Darüber hinaus können, wie oben erwähnt, die Mitnehmerstifte 204 auch magnetisiert sein, und somit aus einem magnetischen Werkstoff bestehen. Diese Mitnehmerstifte 204 haben die Aufgabe das Abtriebsrad 200 auch dann noch synchron bzw. schlupffrei zum Antriebsrad 100 zu bewegen, wenn die Kraftkopplung durch die Permanentmagnete 101, 102, 201, 202 für die Übertragung des Drehmoments nicht mehr ausreichen sollte. Diese Gefahr besteht insbesondere dann, wenn bei hohen Drehbeschleunigungen Drehmomentspitzen auftreten aber auch bei Vorhandensein eines Störmagnetfeldes oder bei Vibrationen. Das Blech 104 gewährleistet, dass die Mitnehmerstifte nicht mit den Permanentmagneten 101, 102 des Antriebsrads 100 in Kontakt kommen, weil die Mitnehmerstifte 204 so kurz bemessen sind, dass sie nicht zu den Permanentmagneten 101, 102 reichen. Für den Fall, dass das auftretende Drehmoment so groß ist, dass die Mitnehmerstifte 204 zur Wirkung kommen, erfolgt die berührende Kraftübertragung zwischen den Mitnehmerstiften 204 und dem Blech 104. Ein möglicher

Verschleiß der Permanentmagneten 101, 102 wird auf diese Weise vermieden.

Wie bereits oben erwähnt, sind die Mitnehmerstifte 204 gemäß in dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2e magnetisiert. In diesem Fall kann auch  
5 schon ohne Kontakt oder mit verminderter Anpresskraft am Blech 104 bzw. an den Permanentmagneten 101, 102 ein Drehmoment übertragen werden.

Im übrigen ist der Verschleiß eines Getriebes gemäß dem beschriebenen  
10 Beispiel vernachlässigbar, weil im Normalbetrieb eine berührungslose Kraftübertragung gegeben ist.

Alternativ zu der beschriebenen Ausführung kann auch auf das Blech 104 verzichtet werden, dann können mit Vorteil die Flanken der Permanentmagnete 101, 102 des Antriebsrads 100 mit einer Hartstoffschicht versehen sein  
15 oder es können Verbundwerkstoffe eingesetzt werden.

In der FIG 3c ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt, welches sich dadurch auszeichnet, dass die Permanentmagnete 101, 102 unterschiedliche Steghöhen H, h aufweisen. Die Permanentmagnete 201, 202 greifen nun  
20 zwischen die Permanentmagnete 101, 102, ohne diese im Normalbetrieb des Getriebes zu berühren. Durch die Anziehungs- und Abstoßungskräfte der Permanentmagnete 101, 102, des Antriebsrads 100 und der Permanentmagnete 201, 202 des Abtriebsrads 200 wird eine entsprechende Kraft  
25 übertragen. Für den Fall, dass das Getriebe übermäßig belastet wird, wird eine Kraft durch Berührung der Permanentmagnete 101, 102, 201, 202 mechanisch übertragen. Zur Verschleißminderung für diesen Notbetrieb sind hier entsprechende Hartstoffbeschichtungen vorgesehen. Unterstützt wird  
30 diese Funktion auch durch die konisch gestalteten Permanentmagnete 201, 202 des Abtriebsrads 200.

Im übrigen können auch andere geometrische Formen, die von einer zylindrischen Form abweichen auch für die Mitnehmerstifte 204 der anderen Aus-

führungsbeispiele gewählt werden, etwa zur Verbesserung der Notlaufeigenschaften.

- 5      Gemäß der Figur 3d ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Getriebes gezeigt, bei dem die Permanentmagnete 101, 102 in Radial- und die Permanentmagnete 201, 202 in Umfangsrichtung magnetisiert sind. Im Getriebe stehen sich demnach pro Permanentmagnet 101, 102, 201, 202 jeweils vier Magnetpole gegenüber. Bei einer relativen Verschiebung zwischen den
- 10    Permanentmagneten 101, 102 des Antriebsrads 100 und den Permanentmagneten 201, 202 des Abtriebsrads 200 infolge des zu übertragenden Drehmoments, wirken die magnetischen Kräfte der Pole dieser Verschiebung entgegen und führen somit zu einem vergleichsweise steifen Kraftübertragungsverhalten des Getriebes.

15

- In einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Getriebes können gemäß der Figur 3e die Permanentmagneten 101, 102 wie im vorhergehenden Ausführungsbeispiel in Radialrichtung magnetisiert sein, jedoch derart, dass sich gleichnamige Pole gegenüberstehen. Im gezeigten Beispiel steht der
- 20    Nordpol des Permanentmagneten 101 dem Nordpol des Permanentmagneten 102 gegenüber. Die Permanentmagneten 201, 202 des Abtriebsrads 200 sind dagegen in Axialrichtung magnetisiert. Analog zur Figur 2e sind darüber hinaus die Mitnehmerstifte 204 ebenfalls magnetisiert, und zwar so, dass der Nordpol eines Mitnehmerstiftes 204 zwischen die beiden Nordpole der Permanentmagnete 101, 102 des Antriebsrads 100 ragt. Im Betrieb wird also
- 25    der Südpol des Permanentmagneten 202 des Abtriebsrads 200 von den beiden Nordpolen der Permanentmagneten 101, 102 angezogen, so dass das System den kürzesten Abstand zwischen den ungleichnamigen Polen anstrebt. Unterstützt wird diese Funktion durch die abstoßenden Kräfte zwischen dem Nordpol des Mitnehmerstiftes 204 und den Nordpolen der Permanentmagnete 101, 102. Die Mitnehmerstifte 204 tragen also in dieser Bauweise zur Zentrierung der Abtriebsrads 200 gegenüber den Permanentmagneten 101, 102 des Antriebsrads 100 bei, und führen letztlich zu einer
- 30    Steigerung des berührungslos übertragbaren Drehmomentes.

In der Figur 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem die Kraftübertragung auch durch Permanentmagnete 101, 102, 201, 202 erfolgt. Allerdings wurde hier eine Anordnung gewählt, bei der die Drehachsen 103, 203 des Antriebsrads 100 und des Abtriebsrads 200 parallel ausgerichtet sind. Dies hat insbesondere für die folgenden Getriebestufen Vorteile, weil dadurch die Achsen aller Zahnräder parallel zur Drehachse 103 ausgerichtet sein können, so dass keine Kegelradstufe oder dergleichen eingesetzt werden muss.

Die parallele Ausrichtung der Drehachsen 103, 203 wird letztlich durch ein Abschirmblech 300 ermöglicht, in das ein Fenster 301 eingearbeitet ist. Das Abschirmblech 300 besteht ebenfalls aus einer NiFe-Legierung mit einer vergleichsweise hohen relativen Permeabilitätszahl, welches die Eigenschaft hat Magnetfelder signifikant abzuschwächen. Alternativ dazu kann auch eine SiFe-Legierung oder amorphe bzw. nanokristalline Legierungen mit hoher relativer Permeabilitätszahl eingesetzt werden. Auf diese Weise kann die magnetische Kopplung zwischen dem Antriebsrad 100 und dem Abtriebsrad 200 räumlich auf den Bereich des Fensters 301 eingegrenzt werden. Die übrige Fläche des Abtriebsrads 200 wird durch das Abschirmblech 300 weitgehend magnetisch isoliert, so dass in diesem Bereich das übertragbare Drehmoment nahezu Null ist.

Alternativ zu einer umlaufenden ringförmigen Form des Abschirmblechs 300 kann auch nur eine Ringsegmentform gewählt werden, die nur den relevanten Wirkbereich abdeckt.

Als ein weiteres Ausführungsbeispiel wird im Folgenden eine Anordnung gemäß den Figuren 5a bis 6c beschrieben, bei der das Kraftübertragungselement des Antriebsrads 100 eine entlang einer Spirallinie ausgerichtete Hohlkehle 101 ist. In diese Hohlkehle 101 greifen Kugeln 208, die in einem Kugelkäfig 201 des Abtriebsrads 200 gelagert sind. Der Kugelkäfig 201 ist gemäß der Figur 6b dabei so gestaltet, dass in diesem einerseits die Kugeln 208 um alle Achsen frei drehbar, und andererseits gegen herausfallen axial



gesichert sind. Der Kugelkäfig 201 bzw. das gesamte Abtriebsrad 200 ist im gezeigten Beispiel aus Kunststoff hergestellt, so dass die Kugeln 208 durch Einschnappen in den Kugelkäfig 201 montiert werden können.

- 5 Das Abtriebsrad 200 weist entsprechend der Figur 6a sechzehn Kugeln 208 auf, die mit einer Hohlkehle 101 (eingängige Spirale) in Wechselwirkung stehen. Aus diesen Angaben lässt sich das Untersetzungsverhältnis von 16 : 1 bestimmen.
- 10 Im zusammengebauten Zustand ist auch in diesem Ausführungsbeispiel die Drehachse 103 des Antriebsrads 100 gegenüber der Drehachse 203 des Abtriebsrads 200 geneigt. Im Gegensatz zu den Ausführungsbeispielen mit der berührungslosen Kraftübertragung entstehen in diesem Beispiel mit den berührenden Kraftübertragungsmitteln Reibungsverluste und Verschleiß.
- 15 Diese Effekte können durch eine Schmierung des Getriebes und durch die Verwendung von geeigneten Werkstoffpaarungen reduziert werden. Insbesondere kann der Verschleiß dadurch gesenkt werden, dass die Wälzpartner, nämlich die Hohlkehle 101, die Kugel 208 und der Kugelkäfig 201, alle-
- 20 sammt oder teilweise mit einer verschleißmindernden Hartstoffschicht versehen sind, zum Beispiel mit einer Wolframkarbidschicht in Kombination mit gleitfähigen Kunststoffen. Der Kugelkäfig 201 kann vorzugsweise aus Sintermetall mit eingelagerten Schmierstoffen hergestellt sein. Alternativ dazu können die Kugeln 208 und/oder die übrigen Wälzpartner aus Keramikmaterial bestehen.

25

- Das Getriebe ist, wie in der Figur 7 dargestellt, in einem Multiturn-Drehgeber 400 zur Bestimmung der absoluten Winkelposition eingebaut. Das Antriebsrad 100 des Getriebes ist mit seiner großen zentrischen Bohrung mit einer
- 30 Hohlwelle 401 des Drehgebers 400 drehfest verbunden. Die Hohlwelle 401 nimmt ihrerseits drehfest eine nicht dargestellte Welle auf, deren Drehstellung im Betrieb des Drehgebers 400 zu messen ist. An einem Absatz der Hohlwelle 401 ist eine Codescheibe 402 befestigt, in diesem Beispiel festgeklebt, so dass die Codescheibe 402 mit der gleichen Drehzahl wie die Hohl-

welle 401 im Messbetrieb rotiert. Zur Erfassung der absoluten Position innerhalb einer Umdrehung der Hohlwelle 401 trägt die Codescheibe 402 einen mehrspurigen Code, in der Regel ein Gray-Code, wobei die feinste Spur eine hochauflösende Inkrementalspur ist, die vorteilhafterweise möglichst  
5 weit außen am Umfang der Codescheibe 402 angeordnet ist, um möglichst viele Teilungsperioden über den Umfang anordnen zu können. Je mehr Teilungsperioden über den gesamten Umfang angeordnet sind, desto höher ist die zu erfassende Winkelauflösung des Drehgebers.

10 Im nicht rotierenden Gehäuse 410 des Drehgebers 400 befindet sich eine Lichtquelle 411, eine Linse 412 und eine Abtastplatte 413. Darüber hinaus ist mit dem Gehäuse 410 eine Platine 414, an deren Unterseite Fotodetektoren angebracht sind, drehfest verbunden. Mit Hilfe dieser optischen Winkel-  
15 abtasteinrichtung werden inkremental und/oder absolut die jeweilige Winkelposition innerhalb einer Umdrehung der Hohlwelle 401 bestimmt.

Zur Multiturn-Messung wird das erfindungsgemäße Getriebe und die damit zusammenwirkenden weiteren Getriebestufen benötigt. Diese sind in einem Getriebekasten 420 integriert, dessen Außenwandung in der Figur 7 der  
20 Übersichtlichkeit halber teilweise weggelassen wurde. Der Getriebekasten 420 ist drehfest mit dem Gehäuse 410 verbunden und nimmt somit nicht an der Rotationsbewegung der Hohlwelle 401 bzw. des Antriebsrads 100 teil. Die Drehachse 203 des Abtriebsrads 200 ist dagegen auch gegenüber dem Getriebekasten 420 und damit gegenüber dem Gehäuse 410 nicht beweg-  
25 bar. Die Drehbewegung der Hohlwelle 401 wird vom Antriebsrad 100 mit der gegebenen Untersetzung schlupffrei auf das Abtriebsrad 200 übertragen, welches im Lager P drehbar um die Drehachse 203 gegenüber dem Getriebekasten 420 gelagert ist. Drehfest mit dem Abtriebsrad 200 ist ein Zahnrad verbunden, das mit einem Zahnrad einer weiteren Untersetzungsstufe  
30 kämmt. An der Welle dieser weiteren Untersetzungsstufe ist eine Teilscheibe 421 mit einer magnetischen Teilung befestigt. Darüber hinaus sind weitere Getriebestufen mit weiteren Teilscheiben 422 und 423 entsprechend angeordnet. Die Drehachsen der Teilscheiben 421, 422, 423 sind parallel zur Hohlwelle 401 ausgerichtet. Jede der Teilscheiben 421, 422, 423 besteht

aus einem Magnetkörper mit in Umfangsrichtung abwechselnd angeordneten Magnetpolen (Nord-Süd), im einfachsten Fall sind die Teilscheiben 421, 422, 423 jeweils als kurze Stabmagnete mit einem einzigen Nord- und Südpol ausgeführt. Die magnetischen Teilungen der Teilscheiben 421, 422, 423  
5 sind in einer gemeinsamen Ebene angeordnet.

Die Teilscheibe 421 dreht sich in diesem Beispiel um den Faktor 16 langsamer als die Hohlwelle 401, die weiteren Getriebestufen führen zu einer weiteren Reduzierung der Drehzahlen der entsprechenden Teilscheiben 422, 423.

10

Durch Detektoreinrichtungen, hier Hallsensoren, an der Oberseite der Platine 414, die in der Figur 7 nicht dargestellt sind, werden die Winkelpositionen der Teilscheiben 421, 422, 423 bestimmt. Die Teilscheiben 421, 422, 423 dienen also zur Messung der Anzahl der Umdrehungen der Hohlwelle  
15 401, wobei jede Teilscheibe 421, 422, 423 über das Untersetzungsgetriebe von der jeweils vorgeschalteten Getriebestufe untersetzt angetrieben wird. Zum platzsparenden Aufbau sind die Teilscheiben 421, 422, 423, wie auch das Drehlager P der Drehachse 203 des Abtriebsrads 200, innerhalb des Umfangsbereiches der Codescheibe 402 angeordnet.

20

Anstelle von Hall-Sensoren als Detektoreinrichtungen können auch magnetoresistive Sensoren, wie AMR-, GMR- (Giant Magneto Resistive) oder TMR-Sensoren (Tunnel Magneto Resistive) eingesetzt werden.

25 Das Abtriebsrad 200 ist im beschriebenen Beispiel zwischen dem Antriebsrad 100 und der Platine 414 eingebaut. Durch diese Konfiguration und dadurch, dass die magnetischen Teilungen der Teilscheiben 421, 422, 423 in einer Ebene angeordnet sind, können die dazugehörigen Detektoreinrichtungen relativ einfach auf der Oberseite der Platine 414 untergebracht werden.  
30 Auf der Unterseite der Platine 414 sind, wie oben beschrieben, die entsprechenden Fotodetektoren angebracht. Es können beide Seiten der Platine 414 mit elektronischen Bausteinen bestückt werden, was insbesondere Vorteile bezüglich des Raumbedarfs als auch der Wirtschaftlichkeit der Herstellung hat.

Die Komponenten der optische Abtastung (insbesondere die Lichtquelle 411, die Linse 412, die Abtastplatte 413 und die Codescheibe 402) befinden sich bei dem Drehgeber 400 gemäß der Figur 7 also unterhalb der Platine 414, wobei die Fotoelemente an der Unterseite der Platine 414 angebracht  
5 sind. An der Oberseite der Platine 414 sind unter anderem die Detektoreinrichtungen für die Erfassung der Drehstellungen der Teilscheiben 421, 422, 423 befestigt. Über der Platine ist gemäß Figur 7 das neuartige Getriebe und die weiteren Getriebestufen angebracht. Das Abtriebsrad 200, welches wie das Antriebsrad 100 Bestandteil des neuartigen Getriebes ist, ragt nicht über  
10 den Außendurchmesser des Gehäuses 410 hervor, wobei hier ein Gehäuse 410 eines konventionellen Drehgebers verwendet werden kann, weil das neuartige Getriebe die radialen Abmaße des Drehgebers 400 im Vergleich zu früher verwendeten nicht vergrößert. Über dem Abtriebsrad 200 ist das Antriebsrad 100 des Getriebes angeordnet, das so bemessen ist, dass des-  
15 sen Durchmesser nicht größer ist als derjenige des Gehäuses 410. Durch die beschriebene Bauweise ist kann also ein Drehgeber 400 geschaffen werden, der sowohl in Radial- als auch Axialrichtung überaus geringe Bau-  
maße aufweist und mit einem Getriebe mit den bereits genannten Vorteilen ausgestattet ist.

20 Besonders vorteilhaft bei dem beschriebenen Aufbau ist es, wie bereits erwähnt, dass das Abtriebsrad 200 so angeordnet ist, dass es nicht oder nur unwesentlich über den Außendurchmesser des Körpers 106 des Antriebsrads 100 hinausragt. Mit anderen Worten ist der Abstand zwischen dem La-  
25 ger P und der Drehachse 103 des Antriebsrads nicht größer als der halbe Außendurchmesser des Körpers 106 des Antriebsrads 100. Im gezeigten Beispiel ist auch der Abstand zwischen dem Lager P und der Drehachse 103 des Antriebsrads nicht größer als der halbe Außendurchmesser der Codescheibe 402. Für den Fall, dass zwei oder mehrere Lager P vorliegen, in  
30 der die Drehachse 203 des Abtriebsrads 200 gelagert ist, ist für diese Betrachtung dasjenige Lager P mit dem kürzesten Abstand zu Drehachse 103 zu berücksichtigen, sofern die Drehachse 203 des Abtriebsrads 200 entsprechend schief zur Drehachse 103 des Antriebsrads 100 angeordnet ist. Durch

Erfüllung dieser Kriterien weist die Anordnung der Drehgeber einen vergleichsweise geringen Durchmesser auf.

- Die Anwendung des Getriebes ist nicht auf Drehgeber beschränkt, deren
- 5 inkrementale Abtastung auf einem optischen Prinzip beruht oder deren Zählung der Umdrehungen auf einem magnetischen Abtastprinzip basiert. Ebenso sind hier unter anderem auch kapazitiv oder induktiv wirkende Drehgeber mit eingeschlossen.

## Patentansprüche

=====

1. Getriebe bestehend aus einem drehbaren Antriebselement (100) und einem drehbaren Abtriebselement (200), wobei
  - 5           - an einer Stirnseite des Antriebselements (100) zumindest ein Kraftübertragungsmittel (101, 102) entlang mindestens einer Spirallinie angeordnet ist, und
  - an einer Stirnseite des Abtriebselements (200) Kraftübertragungsmittel (201, 202) entlang einer umlaufenden  
10           Linie angeordnet sind undein Drehmoment durch die Wechselwirkung dieser Kraftübertragungsmittel (101, 102 ; 201, 202) vom Antriebselement (100) zum Abtriebselement (200) übertragen wird, wobei dieses Drehmoment eine Drehbewegung im Abtriebselement (200) bewirkt, so dass dessen Drehzahl  
15           kleiner ist als die Drehzahl des Antriebselements (100).
2. Getriebe nach Anspruch 1, wobei die Spirallinie durch die Gleichung
$$r = \alpha \cdot \varphi$$
beschrieben ist, wobei
  - 20           r = der Radius der Spirale und  $\alpha$  eine konstante positive Zahl und  $\varphi$  der Schwenkwinkel eines Radialstrahls ausgehend vom Pol der Spirallinie ist.
3. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anzahl  
25           der Kraftübertragungsmittel (201, 202) des Abtriebselements (200) grö-

ßer ist als die wirksame Gangzahl der Spirallinie des Antriebselements (100).

- 5 4. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der größte Abstand zwischen der Drehachse (203) des Abtriebselements (200) und der Außenkontur (207) der Kraftübertragungsmittel (201, 202) des Abtriebselements (200) kleiner ist als der Abstand zwischen den Drehachsen (103; 203) des Antriebselements (100) und des Abtriebselements (200) im Bereich des Abtriebselements (200).
- 10 5. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kraftübertragungsmittel (101, 102; 201, 202) des Antriebselements (100) und/oder des Abtriebselements (200) Permanentmagneten sind.
- 15 6. Getriebe nach Anspruch 5, wobei das Drehmoment berührungslos über, insbesondere abstoßende, Magnetkräfte übertragbar ist.
- 20 7. Getriebe nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Permanentmagneten (101, 102; 201, 202) des Antriebselements (100) und/oder des Abtriebselements (200) auf einem Trägerkörper (106, 206) angeordnet sind, dessen Werkstoff eine relative Permeabilitätszahl größer 10, insbesondere größer 100 aufweist .
- 25 8. Getriebe nach Anspruch 5, 6 oder 7, wobei auf mindestens einem Permanentmagneten (101, 102) des Antriebselements (100) auf der Seite, die dem Abtriebselements (200) zugewandt ist eine Schicht (104) aufgebracht ist, die aus einem Werkstoff besteht, der ferromagnetische Eigenschaften aufweist.
- 30 9. Getriebe nach Anspruch 5 bis 8, wobei die Permanentmagneten des Antriebselements (100) auf mehreren Spirallinien angeordnet sind und die Permanentmagneten unterschiedliche Steghöhen (H, h) aufweisen.

10. Getriebe nach Anspruch 5 bis 9, wobei, insbesondere am Abtriebselement (200), zusätzliche Kraftübertragungsmittel (204) angeordnet sind, über die ein Drehmoment vom Antriebselement (100) zum Abtriebselement (200) berührend übertragbar ist.
- 5
11. Getriebe nach Anspruch 10, wobei durch die zusätzlichen Kraftübertragungsmittel (204) das Drehmoment vom Antriebselement (100) zum Abtriebselement (200) sowohl berührungslos als auch berührend übertragbar ist.
- 10
12. Getriebe nach einem der Ansprüche 5 bis 11, wobei im Bereich zwischen dem Antriebselement (100) und dem Abtriebselement (200) sowohl ein magnetisch abgeschirmter Teilbereich als auch ein nicht abgeschirmter Teilbereich angeordnet ist.
- 15
13. Getriebe nach Anspruch 12, wobei die Abschirmung durch ein ferromagnetisches, insbesondere weichmagnetisches, Blech (300) vorgenommen wird und der magnetisch nicht abgeschirmte Teilbereich ein Fenster (301) in diesem Blech (300) ist.
- 20
14. Getriebe gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Kraftübertragungsmittel (101, 102) des Antriebselements (100) als Hohlkehle und Kraftübertragungsmittel (201) des Abtriebselements (200) als Ausnehmungen in denen Kugelelemente (208) gelagert sind
- 25
- ausgebildet sind.
15. Drehgeber mit einer oder mehreren Getriebestufen, wobei mindestens eine der Getriebestufen aus einem drehbaren Antriebselement (100) und einem drehbaren Abtriebselement (200) besteht, und
- 30
- an einer Stirnseite des Antriebselements (100) zumindest ein Kraftübertragungsmittel (101, 102) entlang mindestens einer Spirallinie angeordnet ist, und



- an einer Stirnseite des Abtriebselements (200) Kraftübertragungsmittel (201, 202) entlang einer umlaufenden Linie angeordnet sind und

- 5 ein Drehmoment durch die Wechselwirkung dieser Kraftübertragungsmittel (101, 102 ; 201, 202) vom Antriebselement (100) zum Abtriebselement (200) übertragen wird, wobei dieses Drehmoment eine Drehbewegung im Abtriebselement (200) bewirkt, so dass dessen Drehzahl kleiner ist als die Drehzahl des Antriebselements (100).
- 10 16. Drehgeber gemäß Anspruch 15, wobei das Abtriebsrad (200) zwischen dem Antriebsrad (100) und einer Platine (414) angeordnet ist.
- 15 17. Drehgeber gemäß Anspruch 15 oder 16, wobei der kürzeste Abstand zwischen der Drehachse (103) des Antriebsrads (100) und dem Punkt P, an welchem das Abtriebsrad (200) gelagert ist, nicht größer ist als der halbe Durchmesser des Körpers 106 des Antriebsrads 100.
- 20 18. Drehgeber gemäß Anspruch 15, 16 oder 17, wobei der kürzeste Abstand zwischen der Drehachse 103 des Antriebsrads 100 und dem Punkt P, an welchem das Abtriebsrad 200 gelagert ist, nicht größer ist als der halbe Durchmesser der Codescheibe 402.

FIG. 1a

1/13

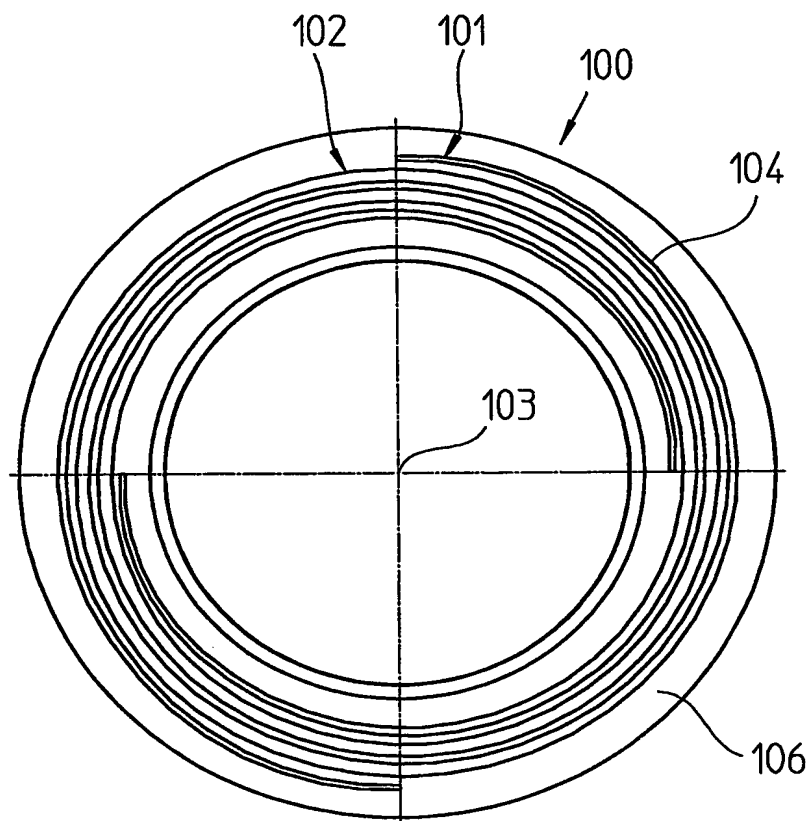


FIG. 1b

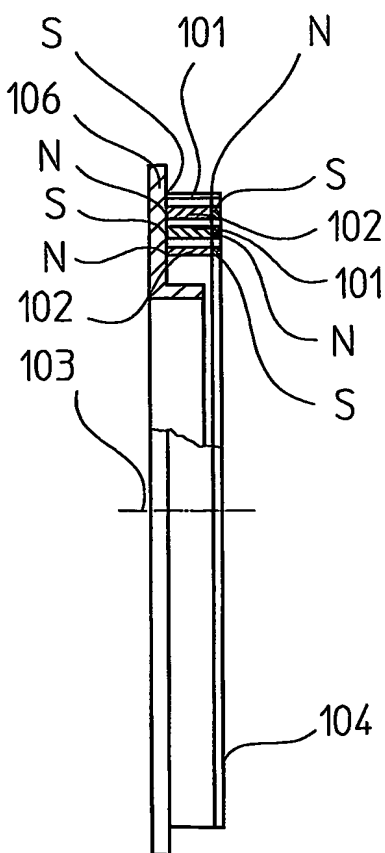


FIG. 1c

2/13

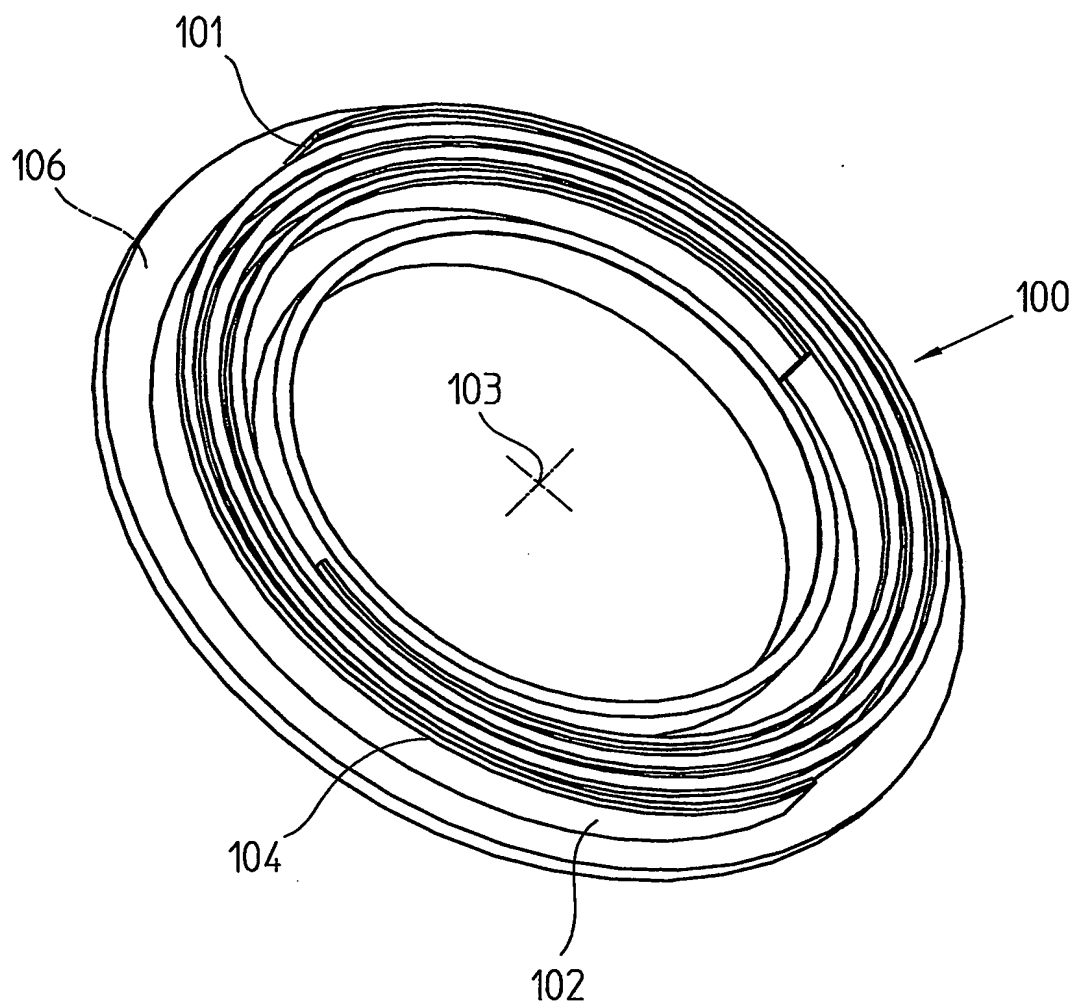


FIG. 2a

3/13

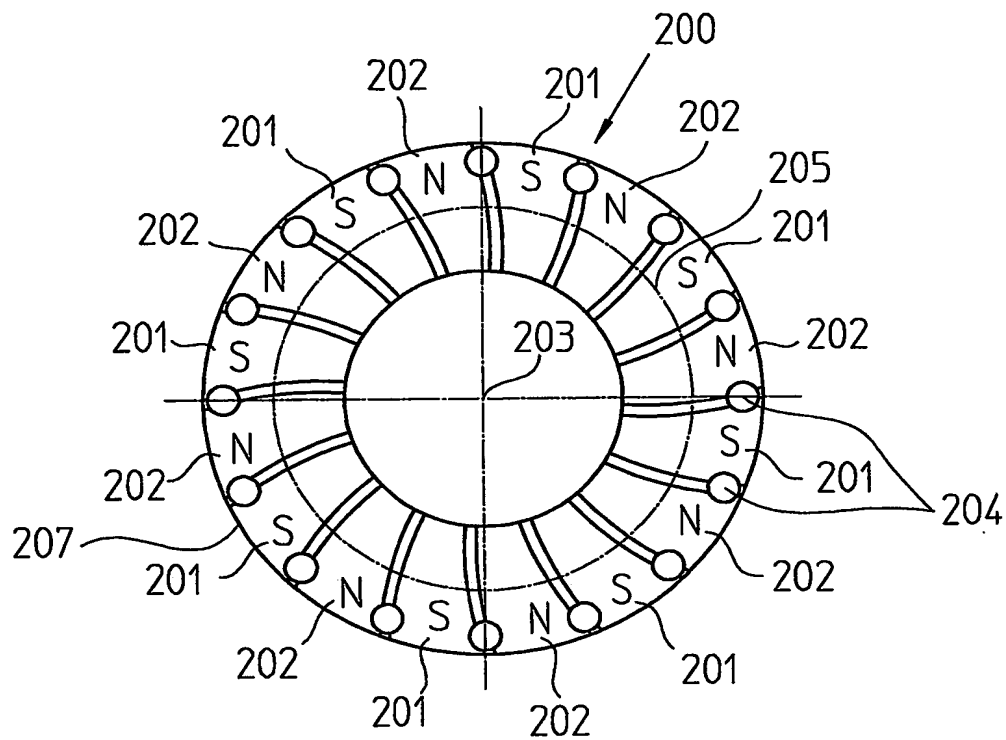


FIG. 2b

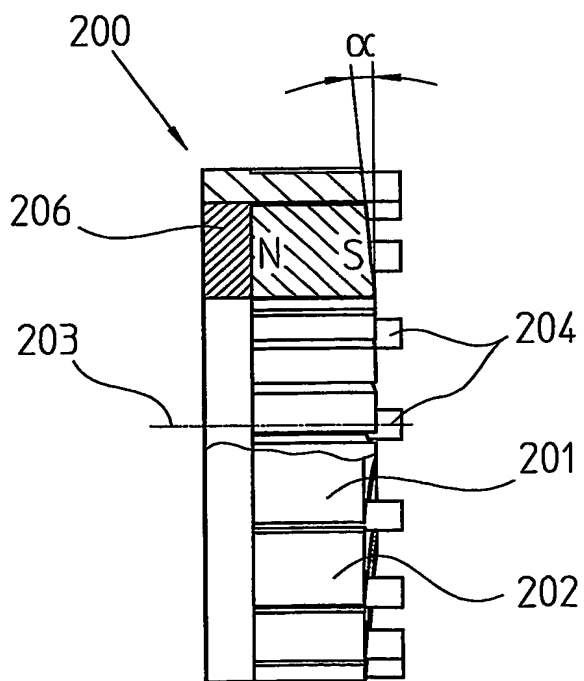


FIG. 2c

4/13

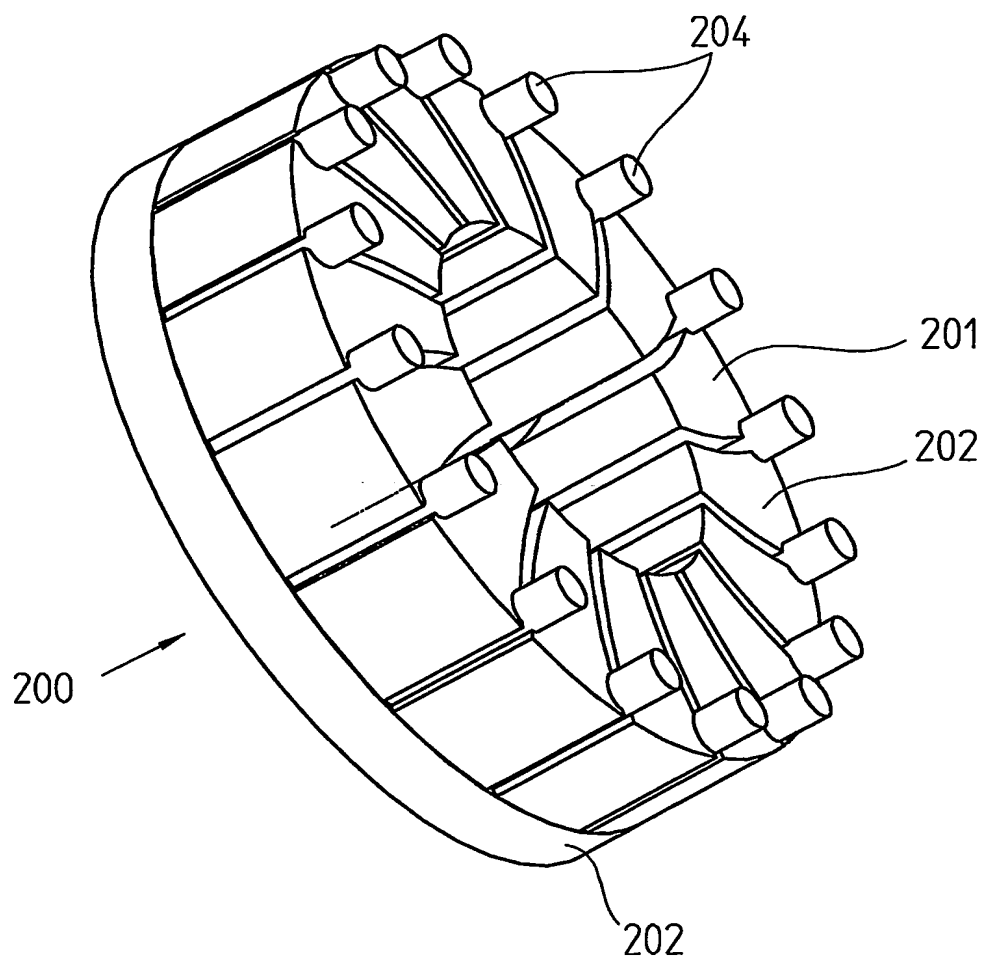


FIG. 2d

5/13

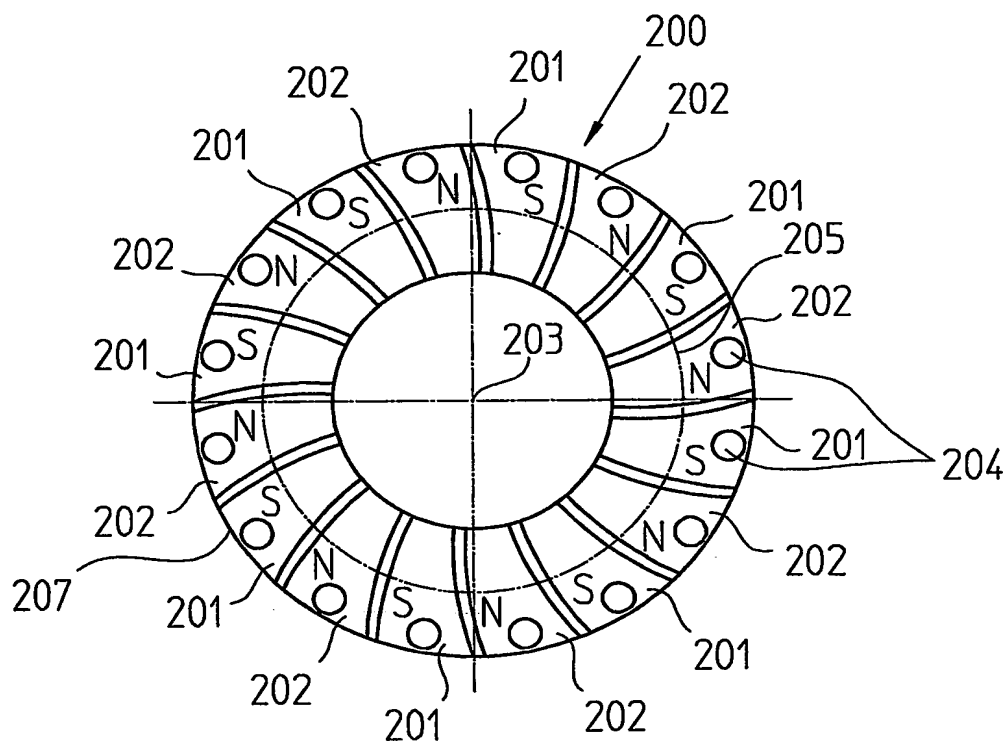


FIG. 2e

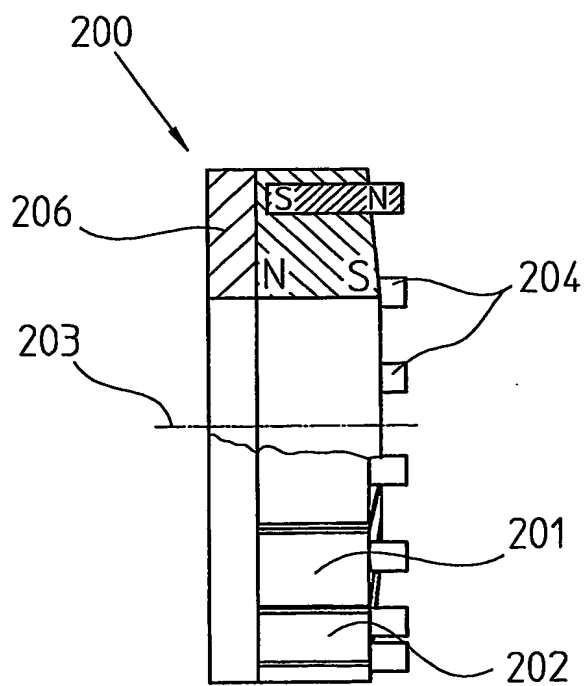


FIG. 3a

6/13

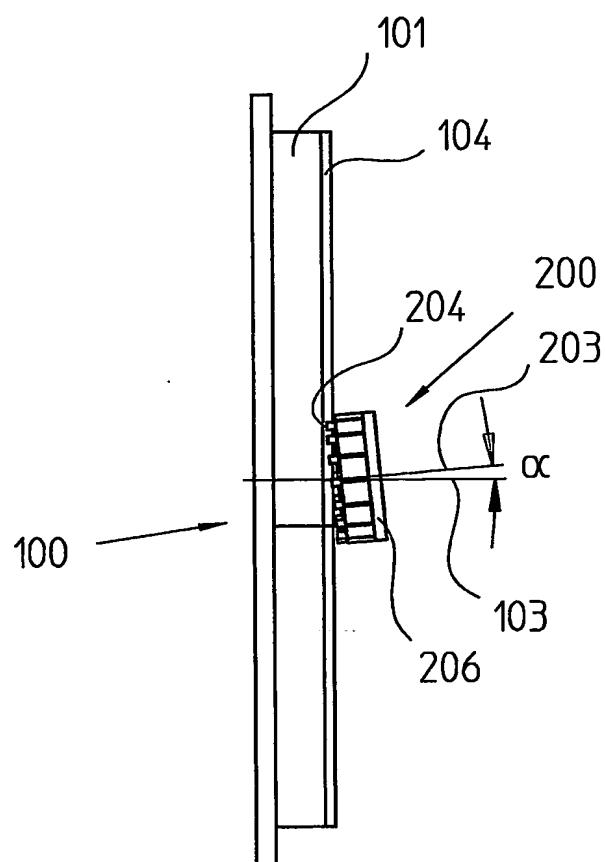


FIG. 3b

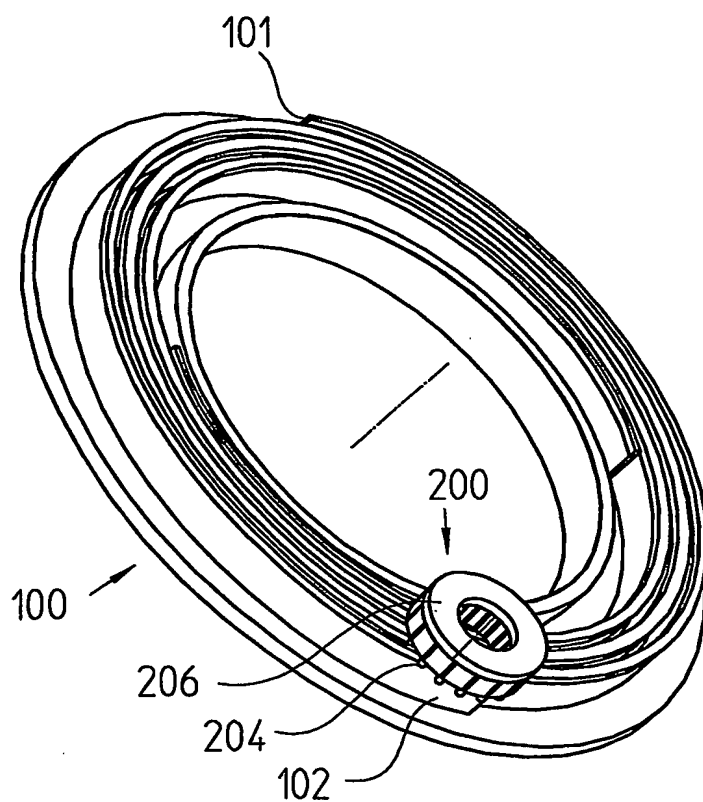


FIG. 3c

7/13

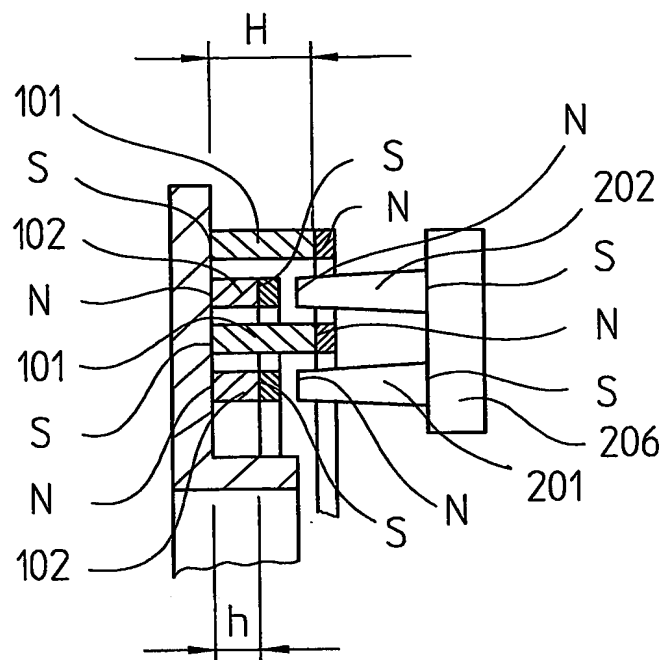


FIG. 3d

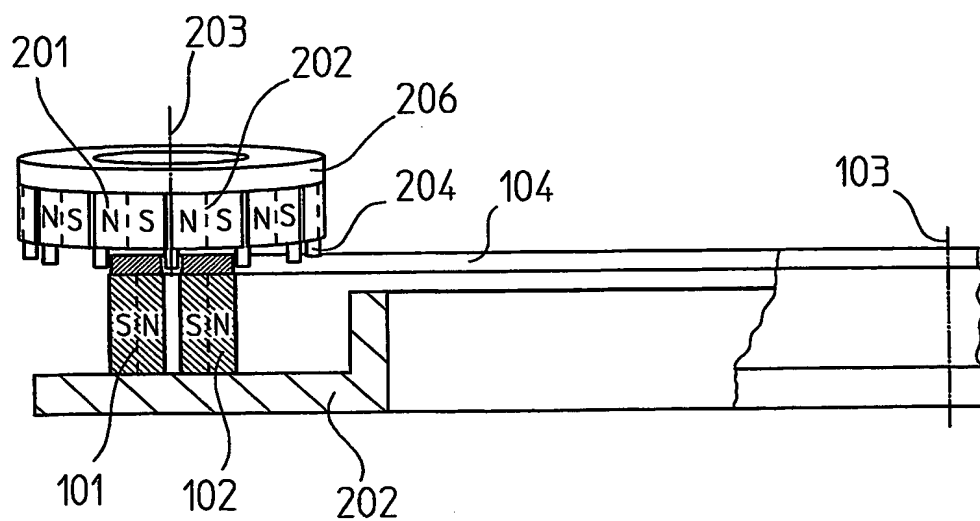




FIG. 3e

8/13

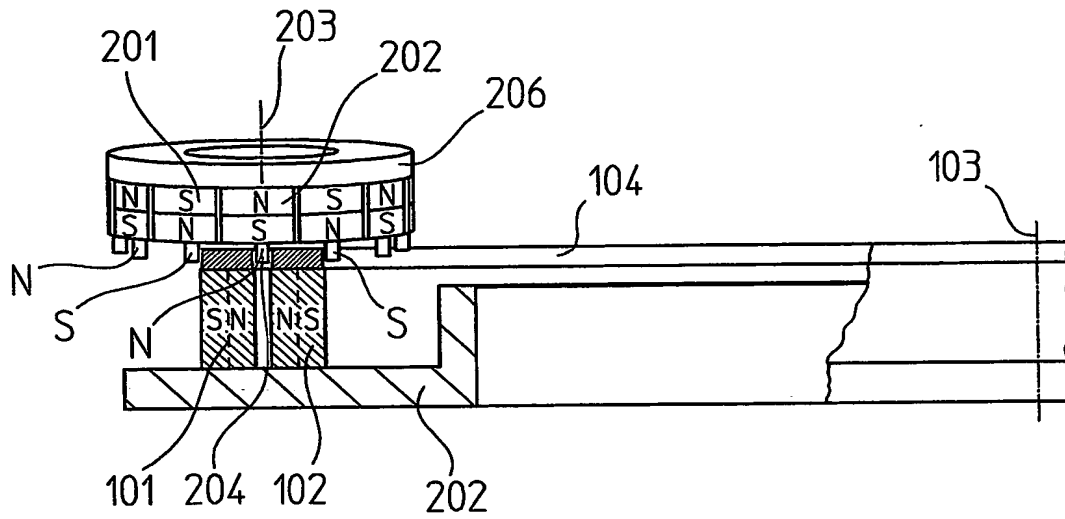


FIG. 4

9/13

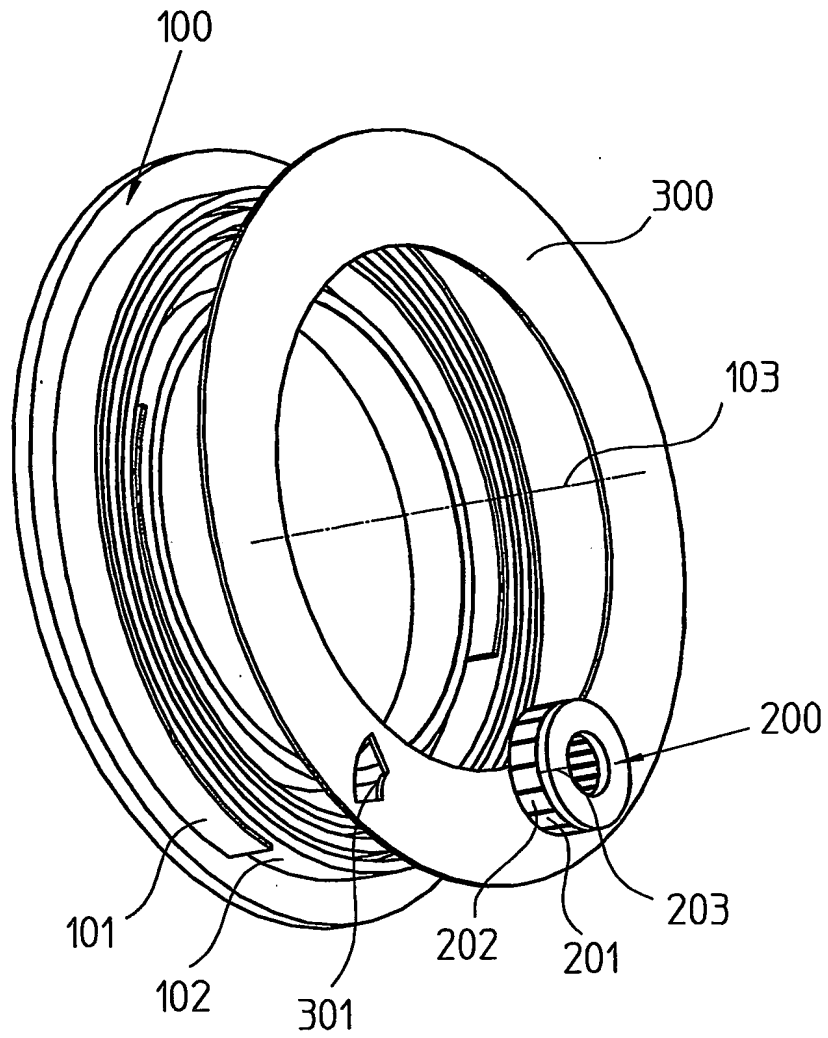


FIG. 5a

10/13

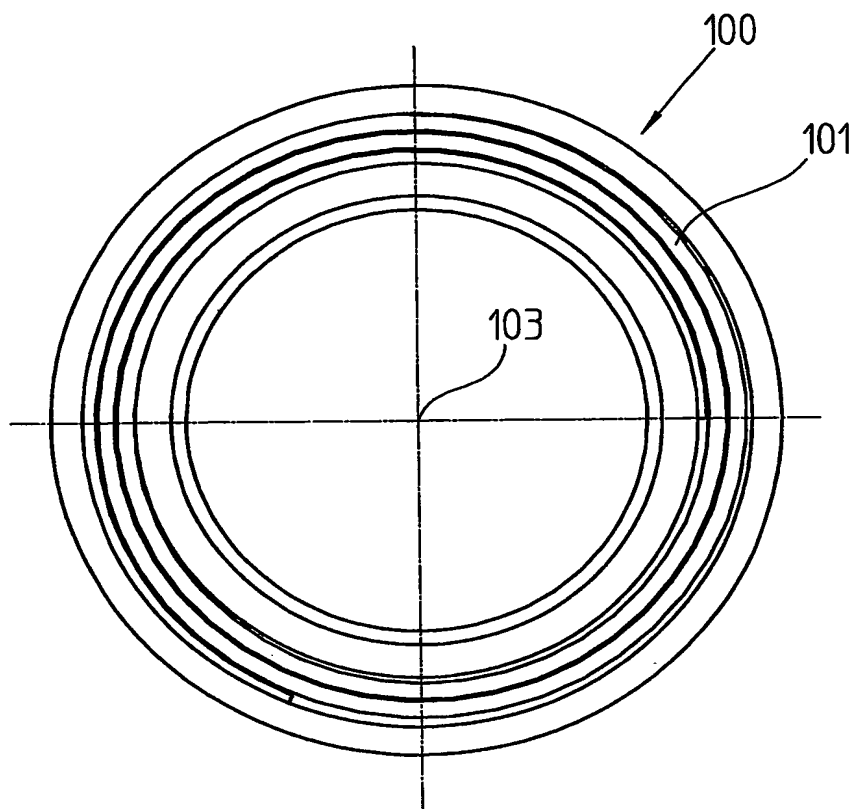


FIG. 5b

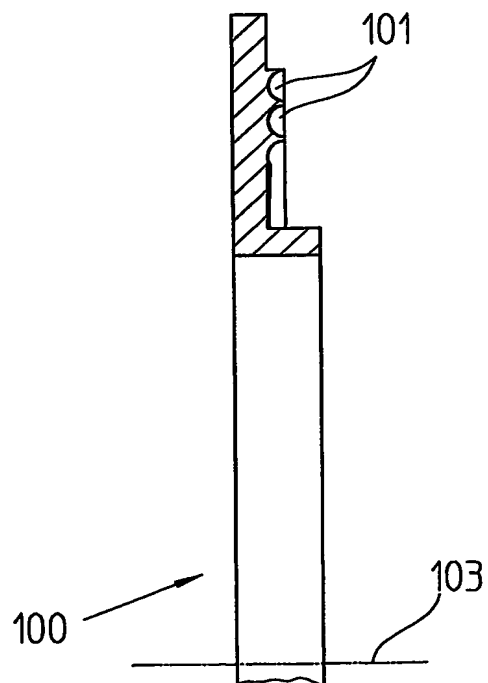


FIG. 6a

11/13

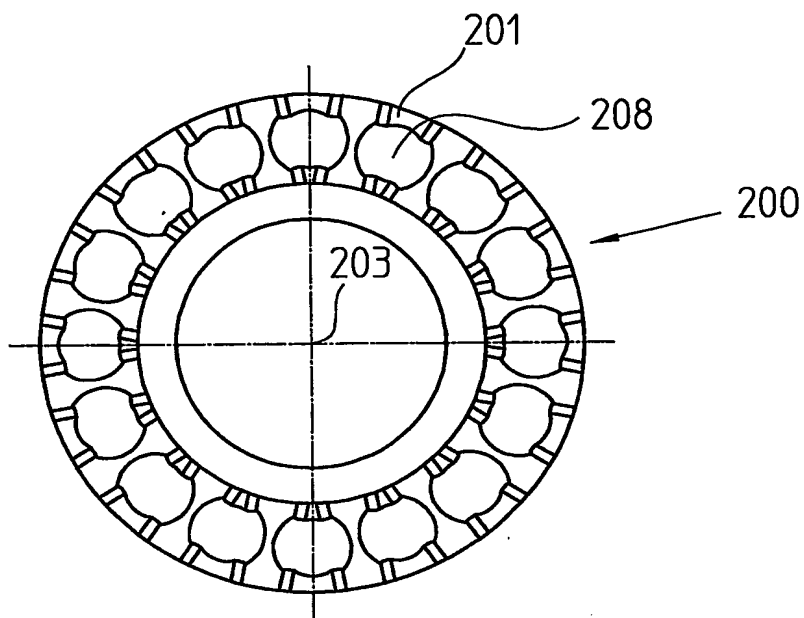


FIG. 6b

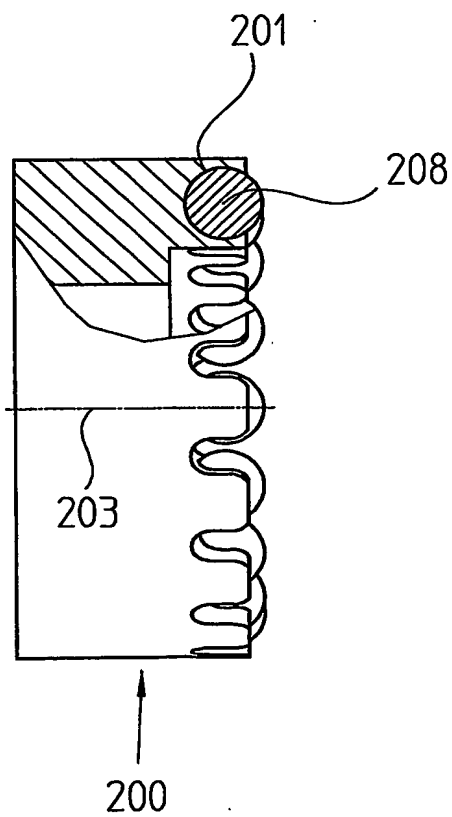


FIG. 6c

12/13

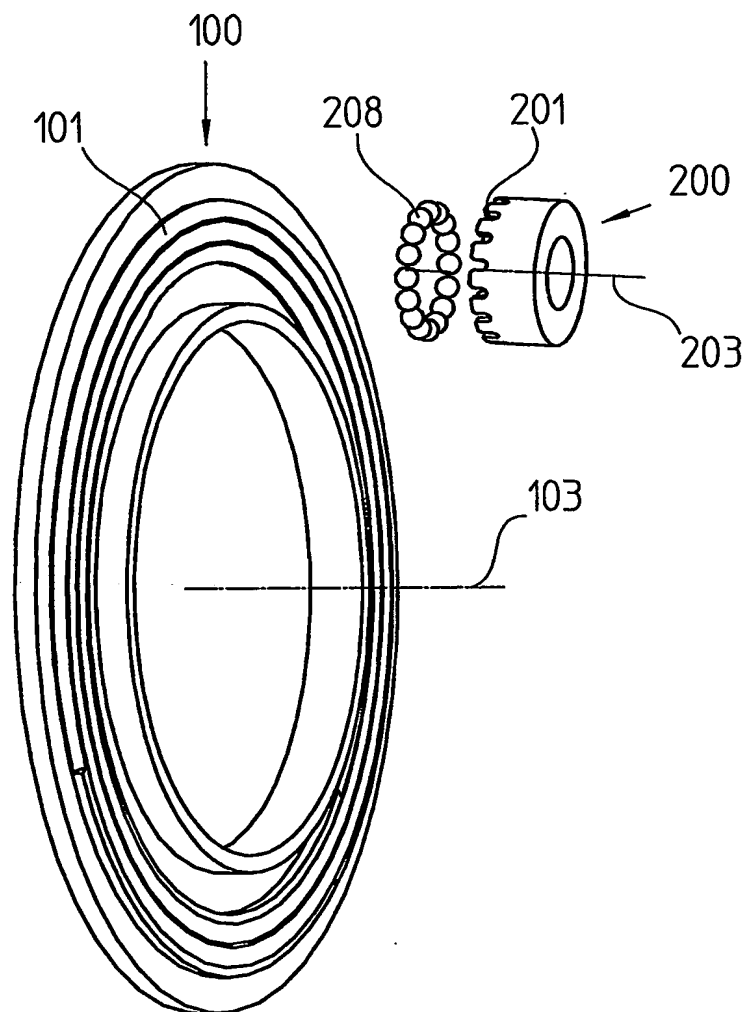


FIG. 7

13/13

